彗星講座 (1)　輪形測微尺(リングミクロメートル)の話 (1)

山　本　一　清

1

今年は 1925 年や 1932 年の場合と同様に，年内に澤山の新舊彗星が現はれる豫想である．從つて，自分は今こゝに簡單に望遠鏡の視野中に於いて彗星の位置を觀測する方法として，輪形測微尺のことを記して見ようと思ふ．

一口に“彗星の觀測”と言つても，其の位置（即ち經緯度，換言すれば，赤經と赤緯）を測定すること，光度を推定すること，形や尾をスケツチすること色を觀察すること等，いろいろある．其の中で，最も重要であり，又，最も一般に頻繁に起ることは，位置を測ることである．

彗星の赤經や赤緯を測定すれば，其の運行の模樣が知れるので，適當に此等の觀測結果を綜合し，計算を重ねると，彗星の軌道が知れて來る．從つて又，此うした軌道要素から計算して，將來の此の彗星の位置を推定することが出來るのである．

2

常々よく見る通り，“彗星が發見された！”といふ場合にも，其の他の場合にも，其の星の，何月何日何時何分の赤經赤緯といふものが發表される．ところが，此等の經緯度は多くは專門家が精密に觀測々定したものであつて，其の發表の裏には，並々ならぬ苦心と努力とが拂はれてゐるのである．例へば，今年發見の第1彗星として，去る 1 月20日米國ハーヴアド天文臺から發せられた通電は，

1939年1月20.0 (U.T.)，赤經 $\alpha=21^h\,20^m$　赤緯 $\delta=+28°$　光度 8.　Peltier 氏發見

といふのであるが，之れはアマチュア天文家ペルテヤ氏が只極めて大約の彗星位置を簡單な星圖と引き比べて定めた位置である．ところが，此の星は偶然にも，ペルテヤ氏の發見よりも 3 日前，中央アジヤのタシケント天文臺に於いて Cosik 氏が發見し，其れが間もなく同じソ聯國のプルコワ天文臺に通報されて，19日には其處で觀測が行はれ，又，其の翌日はフインランド國トルク天文

臺で觀測された．即ち，其れは：

1月17日14時32分.0	$\alpha=21^h07^m.1$	$\delta=+28°20'$	m=8	Tashkent 天文臺 (Cosik 氏觀測)
〃 19日16 16.8	21 19.1	+27 53	8	Pulkowo 天文臺
〃 20日16 50.0	21 26.0	+27 40	6	Turku 天文臺 (Väisälä 氏觀測)

此等の觀測は，一通り専門家が觀測した結果であるから，決して無價値ではないのだが，しかし，赤經も赤緯も，共に角度までしか報告してゐないので，軌道計算に使用するためには不充分のそしりを免れない．次いで，ドイツのバベルスベルグ村のベルリン大學天文臺と，ポーランド國ポツナン天文臺から發表せられた位置の觀測がある．

1939年	U. T.	α 1939.0	δ 1939.0	
1月20日	18時10分41秒.3	$21^h25^m53^s.26$	$+27°36'30''.5$	Babelsberg (Dick 氏觀測)
22日	18 34.4	21 39 10.1	+26 55 4.	Poznan (Dziuria 氏等觀測)

此等は，もはや堂々たる觀測であつて，バベルスベルグのは角度が $0''.1$ まで，又，ポツナンでは $1''$ まで測定されてある．此等は何れも軌道計算に使用し得る精密さであり，殊にバベルスベルグの觀測は現代の彗星位置觀測としては第一流のものであるが，之れは多分，大望遠鏡に取りつけた糸線測微尺 (Filar-micrometer) を用ゐたものだらう．之れに反して，ポツナン天文臺の觀測は，中型の天體カメラに依つたものか，又は中口徑の望遠鏡に輪形測微尺を取りつけて測定したものかも知れない．

何れにしても，彗星の位置の觀測は，何等かの“測微尺”を用ゐて，彗星と其の附近の恒星との位置を，相對的に測るのである．昔の天文學者ならば，星の經度や緯度を，地平線や子午線に依存しつゝ，ヂカに測つたかも知れない．しかし，現今は，一般の肉眼星は言ふに及ばず，其れより以下，およそ8等級までの恒星は，皆，可なり正確に其の經緯が知られてあるので，彗星や遊星の位置などは，望遠鏡の視野に於いて，星と同時に見える一つ二つの恒星を“比較星”に選んで，其の兩星の位置の差を相對的に測定するのが普通である．こうした位置の差を相對的に測定するのが普通である．かうした位置の差を，相對的に測定するために用ゐられるのが，“測微尺”といふものである．

3

測微尺として，最も優秀なものは“糸線測微尺”（又は“位置測微尺”）であ

る．之れは，彗星と比較星との赤經赤緯の差を直接に測定するものであつて，例へば，今，若し

彗星の	赤經 α が $15^{h}28^{m}13\overset{s}{.}5$	赤緯 δ が $+23°58'20.''$	（イ）
比較星の	〃 α' $15\ 27\ 49.3$	〃 δ' $+24\ 0\ 8.$	（ロ）

ならば，此の二つの星の

“赤經差” $\triangle\alpha$ は	$15^{h}28^{m}13\overset{s}{.}5 - 15^{h}27^{m}49\overset{s}{.}3 = +0^{m}24\overset{s}{.}2$	（ハ）
“赤緯差” $\triangle\delta$ は	$(+23°58'20'') - (+24°0'8'') = -1'48.''$	（ニ）

となる．一般に，測微尺の目的は，直接に $\triangle\alpha$ と $\triangle\delta$，即ち（ハ）と（ニ）とを測定するのであるが，一方に於いて，比較星の位置即ち（ロ）は既に正確に知られてゐるのであるから，未知の（イ）は，

$$\alpha = \alpha' + \triangle\alpha \qquad \delta = \delta' + \triangle\delta \qquad （ホ）$$

の關係によつて，計算し得られる．

4

二種の測微尺のうち，糸線測微尺は非常に精密なもので，又，取り扱ひは最大の注意と熟練とを要するものであり，尚ほ之れは赤道儀望遠鏡に取り付けなければならないものである．此等の理由により，糸線測微尺は必ず專門的な天文學者によつて使用されるべきものである．之れに反して，輪形測微尺は，構造が極めて簡單で，又，堅牢であり，使用法も比較的に容易であるし，又，之れは必ずしも赤道儀が必要でなく，經緯式の望遠鏡にも取り付けられるものであるから，一般のアマチュアたちも，多少の熟練によつて，この輪形測微尺を巧みに使用することが出來る．

尚ほ，觀測結果の正確さについては，一般には糸線の方が優秀であると思はれてゐるけれど，要は觀測者の熟練に依ることが大であつて，第一流の熟練家ならば(殊に，彗星の如き天體に對しては)，糸線測微尺に比肩し得る良い成果を擧げ得ることがある．

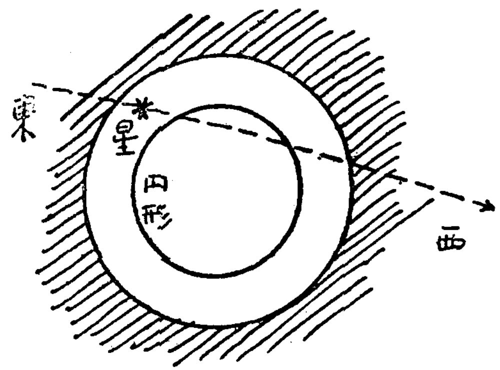
5

さて，輪形測微尺とは如何なる構造のものかといふに(詳細は後にゆづるが)要するに接眼鏡の視野の中央に比較的に大きい圓形を畫いたものである．今，先づ，最も簡單な場合を想像して，第1圖の如く，視野中に一つの圓形を考へて見る．そして此の裝置をした望遠鏡を，目的の彗星の方に向けて見る．望遠

鏡は（赤道儀の場合にも，自働裝置を運轉せず）固定のまゝとする．すると，彗星は，地球の自轉のために，日週運行して，視野の中を，東から西へ流れて行くのが見える．同樣に，彗星の近くに撰んだ比較星も亦西へ流れて行く．この時，彗星と比較星とが，それぞれ，圓形の線を横切る時刻を出來るだけ精密に測定するのである．

觀測者は，星と時計とを同時に見ることは出來ない．それで，誰か別に友人を賴んで，"……15, 16, 17, ……"といふ風に，時計面の毎秒を讀み上げて貰ひ，觀測者は，それを聞きながら，星が圓形を通過するのを見れば好い．

第 1 圖



彗星でも，比較星でも必ず其れは視野内の圓形を 2 回横切る．今，例へば，比較星が圓形を横切つた時刻を

T'_1 = 8時 18分 24.0秒

T'_2 = 8時 18分 40.5

とする．そうすると，之れを平均したもの，即ち

$$T' = \frac{1}{2}(8時18分24秒0 + 8時18分40秒5) = 8時18分32秒25$$

は，比較星が視野の中央を通過した時刻である．又，同樣に，彗星が圓形を横切つた時刻を

T_1 = 8時 19分 59秒0

T_2 = 8時 20分 28秒2

とすれば，其の平均値，即ち

$$T = \frac{1}{2}(8時19分59秒0 + 8時20分28秒2) = 8時20分13秒6$$

は，彗星が視野の中央を通過した時刻に相當する．こゝに於いて，T と T_1 との差は，即ち彗星と比較星の赤經の差に等しいわけであるから，

$$T - T' = \alpha - \alpha' = 8時20分13秒6 - 8時18分32秒25 = +1分41秒35 = \triangle\alpha$$

だから，之れで既に大目的のうちの一つは達したのであつて，此の $\triangle\alpha$ を比

較星の赤經（之れは既知のもの）に加へると，彗星の赤經は直ちに得られるのである．例へば，$\alpha=11^h25^m39\overset{s}{.}3$ ならば，$\alpha=11^h27^m20\overset{s}{.}65$ となる．

6

次ぎに，赤緯の差，即ち $\triangle\delta$ を觀測するのであるが，之れも決して困難なものでは無い．只，此の場合には，あらかじめ視野内の圓形の直徑を角度で知つて置く必要がある．

圓形の直徑を精密に測定する方法は後に詳記する．若し此の直徑を最も簡單に知りたければ，先づ天の赤道附近の恒星を一つ視野の中に入れて，なるべく正しく此の圓形の中央を通過するやうに望遠鏡を調節し，そして其の星が圓形を（直徑に添つて）2回横切る時刻を，前と同様に觀測するのである．さうすると，此の場合には，例へば

第1回に星が圓を横切る時刻を	8時 01分 14秒8
第2回〃　〃　〃　〃	8　01　49.0

とすれば，其の差

$$8時\,01分\,49秒0 - 8時\,01分\,14秒8 = 34秒2$$

は星（赤道の星）が圓形の直徑を通過した時刻であるから，之れを角度に換算すると

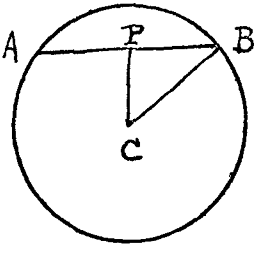
$$34\overset{s}{.}2\,(秒時) \times 15 = 513'' = 8'33''$$

となる．

7

次ぎには，前述の比較星や，彗星について，第2圖のやうな直角三角形のピタゴラスの原理を利用して，圓形の中心から星の經路までの垂線の長さを計算する．即ち，一般には

第 2 圖



$$\overline{CP}^2 + \overline{BP}^2 = \overline{BC}^2$$

であつて，こゝでは

BC は 圓形の半徑，即ち $\frac{1}{2}\times 513''=256.''5$

BP は AB の半分，即ち $\frac{1}{2}\times AB=BP$

CP は 今，計算によつて求めるべき數値で，

即ち　$CP=\sqrt{\overline{BC}^2-\overline{BP}^2}$

こうした計算を，比較星にも，彗星にも，應用すれば好い.

但し，比較星も，彗星も，一般の場合としては，決して赤道の星ではないのだから，AB 或は BP を角度で表はすためには，單に "秒時" に 15 を乘ずるほかに，尙ほ，赤緯の餘弦，即ち $\cos\delta$ を乘ぜねばならない.

8

即ち，上述の例によつて，計算を進めて見る．前にも述べた通り，比較星は赤經も赤緯も共に既に，恒星目錄によつて，よく知れてゐるのであるから，今の場合，例へば其れを，

$$\alpha' = 11^h 25^m 39\overset{s}{.}3 \qquad \delta' = +38^\circ 50' 21'' \qquad \text{(1939.0 年の分點)}$$

とすると，この比較星の場合には，

$$\frac{1}{2}(T'_2 - T'_1) \times 15 \times \cos\delta'$$
$$= \frac{1}{2}(8\text{時}\,18\text{分}\,40\text{秒}5 - 8\text{時}18\text{分}24\text{秒}0) \times 15 \times \cos(38^\circ 50' 21'')$$
$$= \frac{1}{2}\,(16.5) \times 15 \times 0.77891 = 76.''6$$

故に，圓形の中心から此の比較星の經路までの垂線距離 CP は，

$$(CP) = \sqrt{(513)^2 - (76.6)^2} = 507''$$

次に，彗星の場合の (CP) を同様に計算をするのである．ところが，此の彗星の赤緯 δ は未だ知れてゐないのであるから， $\cos\delta$ を計算することは出來ない筈だが，しかし，元來，此の測微尺でする觀測のやうな場合には，比較星と彗星とは，御互ひに隣り同志の天體であるから，α と α'，δ と δ' も，大して大きい差違があるわけではない．從つて，しばらく，$\cos\delta$ の代りに $\cos\delta'$ を代用することとする．そこで，

$$(BP) = \frac{1}{2}(T_2 - T_1) \times 15 \times \cos\delta$$
$$= \frac{1}{2}(8\text{時}\,20\text{分}\,8\text{秒}2 - 28\text{時}\,19\text{分}\,59\text{秒}0) \times 15 \times \cos(38^\circ 50' 21'')$$
$$= \frac{1}{2}(29.2) \times 15 \times 0.7789 = 170.''6$$

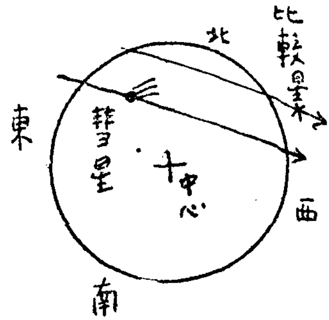
故に，

$$(CP) = \sqrt{(513)^2 - (170.6)^2} = 484''$$

さて，次ぎに，こゝに計算した (CP) と (CP′) との差引きから，最後の $\triangle\delta$ を算出するのであるが，この場合，觀測した視野の，どの部分を，比較星と彗星とが通過したかを，判斷しなければならない．一體，これがためには，觀測

帳の一端に，視野の簡單なスケツチを畫いて置くが好い．

第 3 圖



若し第3圖の如き場合ならば，比較星も彗星も，共に，視野の中心の北側を通過したのであるから，

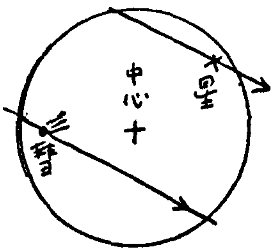
$(\triangle\delta)_3 = \delta - \delta' = (484'') - (507'')$

$= -23''$

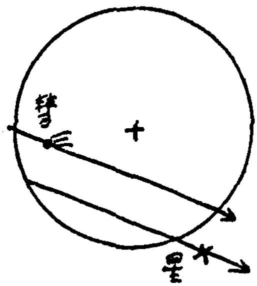
となり，從つて，目的とする彗星の赤緯 δ は

$$\delta = +38°50'21'' - 23'' = +38°49'58''$$

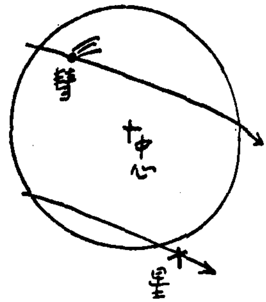
第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖



となる．之れに反して，

若し第4圖の如き場合ならば，$(\triangle\delta)_4 = (-484'') - (507'') = -991'' = -16'31''$

〃　第5圖　〃　〃　$(\triangle\delta)_5 = (-484'') - (507'') = +23''$

〃　第6圖　〃　〃　$(\triangle\delta)_6 = (484'') - (-507'') = +991'' = +16'31''$

となる．

卽ち，(CP) や (CP′) のプラス・マイナスの符號については，一般に，"視野の中心よりも，北側を星が通過する場合の (CP) や (CP′) を ＋ とし，南側を通過する場合を － とする" と記憶して置けば好い．そして，

$(\triangle\delta) = (\pm$ [彗星の CP]$) - (\pm$ [比較星の (CP′)]$)$

といふ一般式だけを知つて置けば好いわけである．（以下181頁へ續く）

時代に，其のエネルギの一部から生物が出發したのであるが，其の後，地球が冷却したため，もはや新しい生物は創造されず，只，進化によつて各種が發生し，遂に人類に至つたのであらうと說いてゐる．

英國に於けるグレゴリ記念祝典

天界第204號に記した通り，始めて反射望遠鏡を製作した James Gregory はセント・アンドルース大學とエデンボロ大學とに歷任した英國の大學者で，昨年は其の生誕300年に當るため，記念の催しとして，大英スコトランド國セント・アンドルース大學では7月4日から15日まで數學談話會 Colloquium が開かれた．尙ほ，之れに因んで，

1) エデンボロ市のロイヤル學會では，7月4日ジョジ街第22番地の集會室で記念會が催された．

2) セント・アンドルース大學では7月5日に卒業式が催され，内外の諸學者に名譽學位が贈られ夜は晩餐會があつた．

3) 同大學の數學教授 H. W. Turnbull 博士は"第17世紀の數學史上に於ける最近の諸發見"と題する記念講演をなし，特にグレゴリの業績を追想した．尙ほ此の記念週間の特別講演は，

A. G. Aitken 氏, Invariant Matrices and the Symmetric Group.

G. D. Birkhoff 教授, Analytic Deformations and Auto-equivalent Functions.

E. T. Whittaker 氏, The Interactions between the Elementary Particles of the Universe.

W. O. Kermack 博士及び I. M. H. Etherington 博士, Aspects of Mathematical Biology.

(170頁よりの續き)

9

かようにして，彗星の赤經と赤緯とは，

$$\begin{cases} \alpha = 11^{h}27^{m}20\overset{s}{.}65 \\ \delta = +38^{\circ}49'58'' \end{cases}$$

10

但し，上記の觀測と計算の實例は，極めて簡單な場合だけを記したのであるが，實際には，尙ほ，いろいろと細かい注意が必要である．其れは，次號に詳しく記すこととする．(續く)